

ECOTRON EMBIEZ

I - PRESENTATION DU PROGRAMME

CONDITIONS DE PRODUCTION DE PHYTOPLANCTON ET SON UTILISATION
PAR DES BIVALVES FILTREURS DANS LES SALINES DE L'ILE DES EMBIEZ (VAR-FRANCE)

par

N. VICENTE*

* Laboratoire de Biologie Marine
Faculté des Sciences et Techniques St-Jérôme - 13013 Marseille
et Observatoire de la Mer - Ile des Embiez (Var-France)

RESUME

Après quelques essais d'implantation de Bivalves dans un bassin aménagé en 1975 dans les salines de l'île des Embiez (Var-France) un planctostat a été réalisé à terre dans un bassin de béton où l'évolution du phytoplancton est étudiée.

La production primaire a été améliorée par enrichissement des eaux provenant de la lagune voisine avec des engrais agricoles. Les populations bactériennes ont été également suivies.

Dans un second bassin de même volume une étude dynamique de la population zooplanctonique est effectuée. Ces problèmes sont étudiés de façon concertée depuis le printemps 1977 par diverses équipes du littoral méditerranéen.

La production phytoplanctonique se déverse dans un bassin creusé en milieu naturel où sont installées des populations de Bivalves filtreurs.

Très régulièrement des analyses de micropolluants (métaux lourds et pesticides) sont effectuées dans le milieu lagunaire et le bassin.

Ces travaux font l'objet de 10 rapports présentés dans le cadre du Colloque ECOTRON.

ABSTRACT

After some testing of Bivalves planting in a tank fitted up inside the salternes of the Embiez island (Var-France) in 1975, a planctostat has been realized on the ground inside a beton tank where the evolution of phytoplancton has been studied.

MOTS CLEFS : Production primaire - Bivalves - Salines.

KEY WORDS : Primary production - Bivalves - Salternes.

The primary production has been increased by enrichment of the water coming from the neighbouring lagoon, with agricultural manures. Bacterial populations have been also followed up.

In an other tank of the same volume, a dynamical study of the zooplanktonic population has been carried out.

These problems have been studied in a concerted way since Spring 1977 by various teams of searchers from mediterranean coast.

The phytoplanktonic production is discharged in a tank which has been excavated inside the natural medium where the populations of filters feeding Bivalves are established.

Micropollutants (heavy metals and pesticides) are regularly analysed in the lagoon medium and in the tank.

These works form the subject of 10 relations presented at the ECOTRON symposium.

Lors du démarrage du programme ECOTRON au mois d'avril 1975 nos objectifs étaient inscrits dans le texte d'origine : "Le programme ECOTRON a pour objectif principal d'apporter des éléments de réponse à un ensemble de questions liées à l'aménagement rationnel et à l'exploitation optimale des ressources vivantes en zone côtière (y compris dans le domaine des lagunes saumâtres et des estuaires) à travers une expérimentation scientifique systématique conçue selon une échelle dimensionnelle et une complexité écologique croissante".

Nous avons sur l'île des Embiez une infrastructure et un terrain expérimental inestimable représenté par quelques 4 hectares de marais salants désaffectés mis à notre disposition par la Fondation Scientifique Ricard qui aidait par ailleurs de jeunes universitaires à réaliser des thèses de spécialité en Ecologie appliquée et en Océanologie biologique. Il convenait d'utiliser au mieux ce potentiel mis à notre disposition.

Il nous fallait donc dans un premier temps aménager le terrain et ensuite y transposer les expériences réalisées jusque là sur les Mollusques Bivalves, au laboratoire.

Le première année, les premiers travaux ont été réalisés uniquement par les chercheurs constituant l'équipe naissante de l'Observatoire de la Mer.

I. 1975-1976 - DEBUT DES EXPERIENCES ECOTRON-EMBIEZ :

Le sujet proposé alors était l'étude expérimentale des conditions de grossissement en lagune aménagée de diverses espèces de Bivalves.

Ce programme constituait une prospective dans le domaine de la biologie appliquée à la culture expérimentale de Mollusques Bivalves.

Après une thèse de spécialité préparée sur l'île des Embiez (LUCAIN, MARTIN, 1974) sur les essais de conchyliculture expérimentale de Cardium glaucum (à présent Cerastoderma glaucum) le projet consistait à réensemencer le milieu naturel de ces Bivalves.

1. Aménagement de bassins expérimentaux. Pour l'implantation de Bivalves, il convenait d'aménager tout d'abord des bassins expérimentaux de surface moyenne dans les marais salants.

Depuis 1968, date à laquelle la CGT arrêta ses expériences de grossissement de crevettes sur l'île des Embiez, les salines étaient totalement à l'abandon et le milieu quasi abiotique. L'eau des bassins stagnait et durant la période estivale ils étaient presque asséchés en totalité. Ensuite à la période automnale ils étaient réalimentés par les eaux de pluie. Les brusques variations des conditions du milieu provoquaient des dystrophies. Les eaux de la lagune voisine pouvaient pénétrer par d'anciennes vannes obstruées aux 3/4 et par infiltration, si bien qu'au cours de l'année le plan d'eau subissait de grandes variations de salinité (de 35 à 60 ‰).

D'autre part le sédiment des salines était occupé par une trentaine de centimètres de vase réduite nauséabonde.

Un premier bassin de 250 m³ a été aménagé dans la zone ouest des salines peu favorable à ce type d'entreprise car situé dans les anciennes tables salantes et le fond de ce bassin a été tapissé d'une bâche en plastique alimentaire pour éviter la sursalure.

Dans ce bassin ont été placés par A. RIVA des populations de jeunes Venerupis semi-decussata, Cerastoderma glaucum, Mercenaria mercenaria et Crassostrea gigas dont il a suivi le grossissement dans le cadre d'une thèse de Biologie Appliquée (A. RIVA 1976). Les conditions de cette croissance ont été comparées à une station choisie dans le milieu lagunaire.

Ces Bivalves ont été disposés dans des "lanternes japonaises" suspendues par des cordes tendues d'un bord à l'autre du bassin.

Des lots de densités de populations différentes ont été ainsi disposés : 500, 1.000 et 2.000 individus de Venerupis semi-decussata, 298 Cerastoderma glaucum, 1.000 Mercenaria mercenaria et 500 Crassostrea gigas.

Dans le secteur lagunaire, un enclos grillagé a été disposé afin d'empêcher le plus possible la prédation naturelle, des paniers en matière plastique ajourée contenant le naissain. Ils renfermaient une population de 2.000 individus de Venerupis semi-decussata, une autre de 1.000 individus de Mercenaria mercenaria et une troisième de 500 individus de Crassostrea gigas et 298 individus de Cerastoderma glaucum.

Les populations acclimatées dans le bassin et dans la lagune ont été suivies du mois de décembre 1975 au mois de mai 1976.

1.1. La mortalité a été étudiée parallèlement à la croissance.

Pour Cerastoderma glaucum, la mortalité était très rapide dans les deux derniers mois, dans la lagune à cause d'une mauvaise nutrition, une agitation

trop forte de l'eau et à la présence de prédateurs. Dans le bassin par contre, la mortalité est négligeable.

Pour les populations de Crassostrea gigas et Mercenaria mercenaria, la mortalité a été rapide aussi bien dans la lagune que dans le bassin.

En ce qui concerne Venerupis semi-decussata, la mortalité dans la lagune, faible au départ, est allée en augmentant vers la fin du printemps, pour les mêmes raisons que Cerastoderma.

Dans le bassin, cette mortalité a été plus forte dès l'implantation, pour les densités de populations les plus faibles. Par la suite elle est allée en diminuant, l'espèce Cerastoderma glaucum s'est bien implantée et a bien résisté aux conditions du milieu.

1.2. La croissance

De manière générale, la croissance des populations implantées dans le bassin a été supérieure à celles de la lagune. Il s'agissait en fait d'un problème de nutrition, la production phytoplanctonique dans le bassin étant de l'ordre de 10 à 100 fois supérieures à celle de la lagune.

La croissance des Venerupis dans de telles conditions est assez limitée alors que pour les cardium elle est excellente dans le bassin, puisque les individus ont pratiquement doublé de taille en six mois, et se sont reproduits vers la mi-mars, ensemençant tous les autres bassins de la saline.

Tout en conduisant ces expériences, au même moment, dans la zone sud-est de la saline, un second bassin de 200 m³ était aménagé au mois de février 1976 dans cette zone plus favorable où les conditions de milieu sont beaucoup plus comparables à celles de la lagune.

2. Etude des populations planctoniques

Parallèlement à l'étude du grossissement des Bivalves et dans le cadre d'une nouvelle thèse d'Océanologie Biologique (LELONG, 1977) l'étude des populations planctoniques naturelles dans le bassin et dans la station lagunaire était entreprise dès le printemps 1976.

Avant d'entreprendre cette étude destinée à contrôler au mieux les productions primaires et secondaires en milieu semi-naturel, il était nécessaire de connaître, d'une part l'évolution des différents paramètres hydrologiques et biologiques de l'eau de la lagune qui dans un temps ultérieur sera appelée à alimenter les bassins, et d'autre part, l'évolution de ces mêmes paramètres dans le bassin expérimental simplement soumis aux conditions atmosphériques locales.

Pour cela, les variations des facteurs climatiques et leur répercussions sur les eaux de la lagune et du bassin ont été suivies. Les modifications affectant les caractéristiques de l'eau se répercutent au niveau des peuplements planctoniques et, par voie de conséquence, sur la chaîne trophique, c'est-à-dire ici chez les Bivalves filtreurs ; la quantité et la qualité du phytoplancton étant déterminantes pour la croissance des Mollusques.

3. Actions des bactéries et possibilités nutritives de certaines souches

Au laboratoire, plusieurs tentatives d'élevages de larves de Cerastoderma glaucum se soldant par des échecs (mortalité totale au bout de 17 jours), les antibiotiques ont été utilisés. Ils ont montré que la croissance des larves pourrait être due en partie à l'utilisation de souches bactériennes sélectionnées par les antibiotiques (MARTIN 1977).

Les souches bactériennes ont été prélevées et isolées dans chaque lot, et après description leur action a été testée sur les larves.

Ces expériences ont permis de classer les souches bactériennes en trois groupes, selon leur action sur la mortalité et la croissance par rapport aux lots témoins :

A -	souches bactériennes	favorables	
B -	"	"	intermédiaires
C -	"	"	pathogènes

Il a été constaté que la croissance était beaucoup plus rapide en présence de bactéries du type A. Elles peuvent être administrées seules ou en complément de l'alimentation algale (MARTIN, MENGUS, 1977).

4. Impact de la pollution

La toxicité de la bâche alimentaire a été testée sur des souches phytoplanctoniques et sur le naissain. Ce type de bâche, lors de son installation relâche dans le milieu les dernières molécules non polymérisées qui contaminent les algues et le naissain, puis à la longue, cet effet s'estompe et disparaît. Il est nécessaire d'attendre un mois avant l'implantation d'une population de bivalves dans un bassin équipé de la sorte (ESCOUBET, LELONG, RIVA, 1976).

En conclusion de cette première étude, les deux premiers bassins réalisés en août-septembre 1975 dans la zone sud-ouest des salines des Embiez n'ont pas donné entière satisfaction pour les raisons suivantes :

- difficultés rencontrées au niveau du sédiment (salinité trop importantes, infiltrations),
- faible surface,
- milieu semi-naturel puisque recouvert d'une bâche en plastique alimentaire pour pallier les remontées de sel,
- impossibilité d'installation d'une station de pompage en ce lieu trop éloigné de toute source d'énergie.

II. ACTIONS CONCERTÉES SUR LE SITE DES EMBIEZ - 1976-1978

La première partie du programme ayant pour but d'évaluer les possibilités du milieu mis à notre disposition il convenait dans un deuxième temps d'améliorer nos installations et de contrôler la production primaire avec une optimisation des transferts d'énergie et en sélectionnant progressivement les processus naturels les plus intéressants.

Pour cela comme l'indiquait l'objectif général du programme ECOTRON il devenait indispensable de mettre en oeuvre sur le site une équipe pluridisciplinaire et de "coordonner les efforts, au fur et à mesure de l'avancement des études en les faisant converger pour passer aux étapes suivantes".

Dans cette optique et au vu des résultats obtenus durant la première année, le programme EMBIEZ voyait son intitulé modifié et complété, le thème devenant : "Etude expérimentale des conditions de production phytoplanctonique et de son utilisation par des animaux herbivores" et par extension "grossissement de bivalves en salines aménagées".

Pour la réalisation de ce programme de nouvelles installations étaient nécessaires et pour les raisons indiquées au chapitre précédent, nous sommes revenus à une idée première, c'est-à-dire l'installation du bassin en milieu naturel dont l'édification était amorcée au mois de février 1976. Ce bassin se situant près d'un lieu alimenté par une source d'énergie (transformateur électrique) permettait l'implantation d'une station de pompage. Par ailleurs les conditions de milieu (paramètres physiques et chimiques, pédologie) se prêtaient mieux à ce type d'aménagement.

Un bassin dit bassin ECOTRON B3 a été ainsi creusé dans le sol jusqu'au feutrage des rhizomes de posidonies et ses parois ont été consolidées par un mur végétal en cannes de Provence. Le volume du bassin est de 200 m³ environ au niveau de la surverse. Durant la période 1976-1977, l'effort a surtout porté sur le système d'alimentation de ce bassin, ainsi que des deux bassins en béton aménagés pour la production primaire phytoplanctonique et la production secondaire zooplanctonique.

A cause des problèmes inhérents à l'insularité, l'aménagement complet n'a pu être achevé qu'au mois de février 1977. Une station de pompage a été installée entre les deux bassins en béton et le bassin ECOTRON B3 (II. Situation et aménagement du site, RIVA, VICENTE).

Cette station permet d'amener l'eau de la lagune dans un premier bassin B1 (Phytoplancton) et dans un second B2 (Zooplancton). Ces deux bassins peuvent déverser leur trop plein dans le bassin ECOTRON B3 du milieu naturel où sont installés les bivalves filtreurs (coques et palourdes).

D'autre part au printemps 1977 la saline a été mise en communication avec la lagune aux extrémités est et ouest du cordon lagunaire, en pratiquant deux ouvertures équipées de buses et de grilles, permettant les échanges entre les eaux de la lagune et celles de la saline. Un milieu vivant s'est ainsi reconstitué en quelques mois.

Ces installations étant devenues fonctionnelles les actions concertées ont pu débuter.

Une première réunion des principales équipes impliquées dans le programme Embiez (Villefranche sur mer et station marine d'Endoume) s'est tenue sur l'île des Embiez le 10 mai 1976.

Dans un premier temps l'évolution des nouvelles installations a été suivie par l'équipe de l'Observatoire de la Mer pour ce qui concerne les popula-

tions phytoplanctoniques et bactériennes qui s'y développent, de même que pour les paramètres physico-chimiques en relations avec les chercheurs de la station marine d'Endoume.

Il a été décidé des campagnes communes de courte durée (15 jours à 1 mois) pouvant se répéter au cours de l'année.

Une première campagne a été mise sur pied en avril-mai 1977 et les trois équipes citées plus haut ont participé à la surveillance du "phytoplancton-stat" de grand volume ainsi mis en place dans le bassin B1.

L'expérimentation a porté sur :

- l'évolution des sels nutritifs dissous,
- l'étude de la qualité de la biomasse produite (IV - Evolution du phytoplancton dans les bassins de culture, NIVAL et al.)

Une autre campagne du même type a eu lieu à l'automne 1977 et enfin la troisième au printemps 1978.

Le programme ECOTRON envisageait la possibilité d'utiliser certains rejets épurés afin d'améliorer la production primaire.

La situation de nos installations sur une île ne pouvant fournir de manière régulière ce type d'effluent nous a conduits à opter pour des engrais de type agricole comme source de nitrates pour les algues marines. Leurs possibilités d'utilisation ont été envisagées par l'équipe de la station marine d'Endoume (III. Utilisation d'engrais agricoles comme source de nitrates pour la culture massive de quelques algues marines, MAESTRINI et al). Les informations ainsi obtenues ont été utilisées pour définir le mélange nutritif mis en jeu pour la culture marine installée sur le site des Embiez.

Après l'étude des populations microplanctoniques de la lagune et des bassins de 1975 dans la partie sud-ouest des salines, une étude identique a été faite dans le bassin B1 et le bassin ECOTRON B3 (LELONG, 1977).

Des comptages de cellules ont été effectués ainsi que les mesures de divers paramètres (nitrites, nitrates, silicates, chlorophylle, salinité, température, oxygène). La répartition verticale et les variations diurnes ont également été suivies.

L'équipe de Villefranche sur mer a pu établir des modèles théoriques qui permettent de prédire l'évolution des bacs. Ainsi en jouant sur le débit des sels nutritifs on peut arriver à déterminer le flux qui équilibrera la croissance (VIII - Modélisation de la production d'organismes planctoniques dans les bassins de cultures NIVAL et MALARA).

D'autre part l'étude de la Biomasse bactérienne et l'évolution des divers groupements fonctionnels bactériens inféodés au cycle de l'azote présentent un intérêt certain afin de mettre en lumière l'importance des successions dans les populations planctoniques et bactériennes. Ces études ont été conduites par M. BIANCHI du laboratoire de Microbiologie du milieu marin de l'Université de Provence en collaboration avec Y. MARTIN de la fondation scientifique

RICARD et M. GAUTHIER du CERBOM (V. Structure et physiologie des populations bactériennes dans les bassins de culture, BIANCHI, MARTIN).

La mesure de la production primaire par le procédé classique au bi-carbonate ^{14}C et la mesure de l'activité bactérienne à partir de molécules organiques marquées (^{14}C glucose U et ^{14}C pyruvate) ont été réalisées par G. CAHET de Banyuls sur mer (VI. Production primaire et activité bactérienne dans les bassins de culture, CAHET, MARTIN).

La productivité secondaire a été suivie par R. GAUDY dans le bassin B 2 où une étude dynamique de la population zooplanctonique est réalisée (VII. Evolution du zooplancton dans les bassins de culture, GAUDY).

La production primaire est utilisée par des bivalves filtreurs (Cerastoderma glaucum et Venerupis semi-decussata) installés sur le sédiment du bassin ECOTRON B3 et dans des paniers disposés au-dessus du sédiment. Enfin certains lots sont placés directement dans le bassin à phytoplancton B1. L'étude de la croissance du naissain et l'évolution des stades de maturité sont suivis dans les divers milieux. L'étude des particules ingérées est également conduite à l'Observatoire de la Mer (IX. Alimentation et croissance de Bivalves filtreurs en bassin aménagé, RIVA, LELONG).

Enfin, il serait illusoire de vouloir suivre des chaînes alimentaires en milieu semi-fermé, sans contrôler à tout instant l'impact de la pollution, par les micropolluants (notamment métaux lourds et pesticides). Le transfert de ces éléments est actuellement suivi dans le milieu lagunaire, sur le littoral voisin et dans le bassin ECOTRON B3. Les analyses sont effectuées par spectrophotométrie d'absorption atomique pour les métaux lourds et par chromatographie en phase gazeuse pour les pesticides.

Les premiers résultats portent sur l'impact des métaux lourds dans les milieux étudiés (X. Variations de la concentration en métaux lourds, dans l'eau, les Mollusques et le sédiment d'un bassin aménagé, VICENTE, CHABERT).

Outre ces analyses régulières une expérimentation est conduite au laboratoire afin de tester la toxicité de ces micropolluants sur les algues phytoplanctoniques (ESCOUBET 1978, ESCOUBET, LELONG, RIVA, 1977) et sur les coques (VICENTE, CHABERT, ESCOUBET 1978).

Toutes les expériences réalisées dans un premier temps lors du point 0 de mai 1977 ont été peaufinées à l'automne (24 octobre - 24 novembre 1977) le planctonstat ayant parfaitement fonctionné après les améliorations apportées sur le plan technique.

Les neuf rapports présentés reprennent les principaux résultats obtenus depuis l'origine des travaux en 1975. Ils sont particulièrement encourageants malgré les nombreux déboires du début. Après une étude des populations planctoniques et bactériennes du milieu, ces travaux ont permis de mettre en place un planctonstat qui est perfectible et qui pourra, grâce à la collaboration de tous

les spécialistes participant à ces opérations ECOTRON-EMBIEZ aboutir à une production optimale permettant de nourrir des populations de Bivalves qui croissent actuellement dans le bassin ECOTRON B3, ainsi que dans toutes les salines.

Par ailleurs, cette chaîne alimentaire très courte pourra être complétée par une population ichthyologique qui trouvera là un milieu favorable à son développement. Déjà de jeunes alevins de Muges (Mugil auratus) pénètrent dans les bassins par les grilles placées sur les buses et les adultes qui occupent une partie de la surface ne peuvent en ressortir.

Cette population sera complétée par de jeunes Daurades qui pourront se nourrir des coques occupant actuellement les salines.

Mais la poursuite efficace de ces travaux ne pourra se faire qu'en améliorant l'équipement existant, en particulier pour ce qui concerne les mesures des paramètres physiques et chimiques. Pour cela il est indispensable de disposer d'un personnel technique pouvant assurer les mesures de routine et capable de prendre des décisions. Comme cela a été réalisé aux Embiez, il est souhaitable que de jeunes chercheurs puissent conduire à temps plein l'étude de problèmes particuliers dans le cadre d'une préparation à une thèse de spécialité.

BIBLIOGRAPHIE

- ESCOUBET P., 1978 - Effets du lindane sur des cultures d'algues phytoplanctoniques marines et sur des coques : résultats préliminaires. Rev. Int. Océanogr. Méd., XLIX, p. 21-27.
- ESCOUBET P., LELONG P., RIVA A., 1976 - Effets d'une bâche plastique sur le développement de souches phytoplanctoniques marines : résultats préliminaires. Ann. Inst. Michel Pacha, 9, p. 49-55.
- LELONG P., 1977 - Etude comparée des populations microplanctoniques en bassins fermés et dans la lagune du Brusç (Var). Thèse de 3ème cycle. Océanologie biologique. Université Aix-Marseille II, 69 p.
- LUCAIN C., MARTIN Y., 1974 - Culture expérimentale de Mollusques bivalves : essais sur Cardium glaucum Bruguiere 1789. Thèse de 3ème cycle. Biologie appliquée. Université Aix-Marseille III, 186 p.
- MARTIN Y., 1977 - Modifications de la microflore bactérienne liées à l'utilisation d'antibiotiques dans les élevages expérimentaux des larves de Mytilus galloprovincialis Link (Mollusque Bivalve) - Première partie : Evolution d'un élevage et caractères des bactéries associées. Rev. Int. Océanogr. méd. XLV-XLVI, p. 17.
- MARTIN Y. P., MENGUS B.M., 1977 - Utilisation des souches bactériennes sélectionnées dans l'alimentation des larves de Mytilus galloprovincialis Lmk (Mollusque Bivalve) en élevages expérimentaux. Aquaculture, 10, p. 253-262.

RIVA A., 1976 - Croissance de Mollusques bivalves. Etude comparée en milieu lagunaire et en bassin aménagé. Thèse de 3ème cycle - Ecologie appliquée.
Université AIX-MARSEILLE III, 175 p.

VICENTE N., CHABERT D., ESCOUBET P., 1978 - Contamination de Mollusques méditerranéens par un métal lourd : le plomb. Tethys (sous presse).